

CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA E HIGIÉNICO SANITARIA DE LA LECHE EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DOBLE PROPÓSITO, MANABÍ-ECUADOR

PHYSICAL-CHEMICAL AND HYGIENIC HEALTH QUALITY OF MILK IN DOUBLE PURPOSE PRODUCTION SYSTEMS, MANABÍ-ECUADOR

Christian Amable Vallejo Torres⁽¹⁻²⁾, Raul Gilberto Díaz Ocampo⁽²⁾, Wiston Javier Morales Rodríguez⁽¹⁻²⁾, Victor Hugo Godoy Espinoza⁽²⁾, Nadia Evelin Calderon Vega⁽²⁾, Jully Cristina Cegido Cabrera⁽²⁾

⁽¹⁾Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE) Campus Arturo Ruiz Mora, Km. 4 1/2 vía a Chone, Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador.

⁽²⁾Carrera de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo-(UTEQ), Ubicada en el km 7 ½ vía Quevedo–El Empalme, entrada a Mocache Quevedo, Los Ríos, Ecuador, cvallejo@uteq.edu.ec1-2.

Resumen: El objetivo fue determinar la calidad físico-química e higiénico-sanitaria de la leche cruda procedente de las ganaderías con sistema doble propósito de los cantones Pedernales, El Carmen, Flavio Alfaro y Bolívar de la Provincia de Manabí. Se determinó pH, acidez, densidad, contenido de grasa, proteína, sólidos totales, reductasa, cenizas, calcio, fósforo, Recuento de células somáticas y cromatografía en ácidos grasos. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x4; donde el primer factor corresponde a los diferentes sistemas de ordeño (m=Manual, M=Mecánico) el segundo factor corresponde a los diferentes cantones antes mencionados; se valoró las características organolépticas mediante una prueba descriptiva no estructural (color, aroma, textura) de la leche. Se encontraron diferencias significativas en los sistemas de ordeño (Manual y Mecánico), en cuanto se refiere a sólidos totales, cenizas, grasas, proteína, pH, acidez y calcio, así como también en los diferentes sectores en sólidos totales, grasa, pH, densidad, calcio y fósforo. En la valoración organoléptica no se encontraron diferencias significativas en aroma y color, mientras que en la variable textura (líquida y viscosa) si hubo diferencias significativas tanto en los sistemas de ordeños como en las diferentes localidades, el contenido de ácidos grasos de la leche es notablemente afectado según el tipo de ordeño aplicado, sobre todo si se trata del ordeño mecánico.

Palabras clave: células somáticas, cromatografía de gases, doble propósito, ácidos grasos.

Abstract: The objective was to determine the physical-chemical and hygienic-sanitary quality of the raw milk from the dual-purpose cattle farms of the Pedernales, El Carmen, Flavio Alfaro and Bolivar cantons of the Province of Manabí. PH, acidity, density, fat content, protein, total solids, reductase, ash, calcium, phosphorus, somatic cell count and fatty acid chromatography were determined. A completely randomized design with a 2x4 factorial arrangement was used; where the first factor corresponds to the different milking systems (m = Manual, M = Mechanical) the second factor corresponds to the different cantons mentioned above; the organoleptic characteristics were evaluated by means of a non-structural descriptive test (color, aroma, texture) of the milk. Significant differences were found in the milking systems (Manual and Mechanical), in terms of total solids, ash, fat, protein, pH, acidity and calcium, as well as in the different sectors in total solids, fat, pH, density, calcium and phosphorus. In the organoleptic evaluation no significant differences were found in aroma and color, while in the variable texture (liquid and viscous) if there were significant differences in both the milking systems and in the different localities, the fatty acid content of the milk is significantly affected according to the type of milking applied, especially if it is mechanical milking.

Keywords: somatic cells, gas chromatography, dual purpose, fatty acids.

Recibido: 15 de diciembre de 2017

Aceptado: 29 de mayo de 20178

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos V(1) 35-44

I. INTRODUCCIÓN

La leche cruda, de buena calidad, debe cumplir con los requisitos establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización y caracterizarse por ser homogénea, libre de materias extrañas, de sensación agradable al paladar (INEN: 9:2012).

La leche es un valioso alimento que contiene elementos necesarios para la formación y mantenimiento de nuestro organismo debido a su gran contenido de principios nutritivos (grasa, proteínas y carbohidratos). Las proteínas de la leche son de alto valor biológico, su grasa, es de fácil digestión y es rica en calcio y fósforo, además aporta notables cantidades de vitaminas, por ello es necesario ser exigente en lo que respecta a su obtención, composición, pruebas de laboratorio y procesamiento industrial, ya que la calidad de la leche es de suma importancia para la salud pública, por ser, un alimento que se ubica dentro de la importancia para la salud pública y se ubica dentro de la canasta básica, lo que obliga a una constante atención de su calidad (Byland *et al.*, 2003).

Las explotaciones ganaderas en la provincia de Manabí suman un total de 977.138 bovinos que representa el 19,04% del total nacional y se caracterizan por utilizar animales con marcado predominio de razas criollas o nativas: 57,4%; mestizos sin registro 41,5% y 1,1% distribuidos en las razas *Brahman* o *Cebú*, *Holstein*, *Brown Swiss*, *Gir*, *Nelore*, *Jersey* y *Charolais* (Navarrete y Giuselli, 2016).

El sector bovino lechero tiene una gran relevancia social y económica en la región litoral del Ecuador, con más de 70.000 explotaciones de doble propósito en la provincia de Manabí, por lo que es necesario profundizar en el conocimiento del sistema y caracterizarlo en sus distintas dimensiones para poder entenderlo en su contexto socioeconómico y posteriormente proponer medidas de mejora que favorezcan el desarrollo sostenible de poblaciones rurales ubicadas en zonas marginales y deprimidas económicamente (Torres *et al.*, 2001).

Uno de los parámetros para medir la calidad de la leche es a través del perfil de ácidos grasos pues

una grasa con un elevado contenido de ácidos grasos de alto punto de fusión, tales como el ácido palmítico, será dura, mientras que una grasa con gran contenido de ácido oleico que tiene un bajo punto de fusión da lugar a una mantequilla blanda (Byland *et al.*, 2003).

La composición en ácidos grasos de la grasa láctea puede verse influenciada por diversos factores, muchos de los cuales interaccionan. Entre ellos están el estado de lactancia, alimentación, variación genética, variaciones en el balance de energía de las vacas y manejo en el ordeño. (Flores *et al.*, 1998).

Otro indicador de la calidad de la leche es el contenido de células somáticas, estas células están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales que permiten conocer el estado de salud de la glándula mamaria.

En la industria láctea, la leche con elevado recuento de células somáticas tiene gran repercusión en la elaboración de derivados lácteos, ya que aumentan de manera considerable ciertas enzimas como lipasa y plasmina que inhibe los cultivos iniciadores en el yogurt, reduce el rendimiento quesero y disminuye la vida comercial de la leche (García, 2003).

Hablar de calidad de la leche significa, para el consumidor, productos de buena calidad y de buena presentación y para el ganadero mayor producción al tener su hato sano y, por lo tanto, mayores ingresos por venta de la leche. Las células somáticas son células blancas propias del organismo que le sirven como defensa a la glándula mamaria de la vaca contra organismos patógenos.

La importancia del conteo de células somáticas, en la leche, indica la calidad higiénica sanitaria de la glándula mamaria, así mismo, conoceremos el estado de salud de la misma al obtener un número elevado de células somáticas.

El trabajo de investigación se enmarca en los lineamientos contemplados en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 y se concreta dentro de los ejes estratégicos y las líneas de investigación de

la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Ecuador), con el objetivo de favorecer la competitividad del sector y mejorar las condiciones de vida de la población rural.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió dos sistemas de ordeño y su incidencia en la calidad higiénica de la leche que se produce en 4 cantones de la provincia de Manabí, mediante la medición de los parámetros: calidad fisico-química, perfil de ácidos grasos, y recuento de células somáticas.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 2x4: el primer factor (A) corresponde a los diferentes sistemas de ordeño (m=manual, M=Mecánico) el segundo factor (B) corresponde a los diferentes cantones (Pedernales, El Carmen, Flavio Alfaro y Bolívar), con 5 repeticiones por cada tratamiento (8 tratamientos) dando un total de 40 unidades experimentales.

Se analizaron las siguientes variables físicas y químicas: acidez titulable mediante la norma técnica NTE INEN 13:1984, reductasa según la norma NTE INEN 18:1973, pH con la norma NTE INEN-ISO 10523, Densidad de la leche acorde a la técnica NTE INEN 11:1984, grasa por extracción con el método NTE INEN-ISO 2446:2013, sólidos totales y ceniza conforme lo dispone la norma NTE INEN 14:1984, proteína total mediante destilación con el método establecidos en la norma técnica NTE INEN-ISO 8968-1|IDF 20-1, calcio y fósforo por el método NTE INEN-ISO 8070|IDF 119), conteo de células somáticas de acuerdo con la técnica NTE INEN-ISO 13366-1|IDF 148-1) y cromatografía de ácidos grasos siguiendo los lineamientos de la ISO 5508:1990.

Los resultados de los ensayos, físico-químicos, cromatógrafos y células somáticas, fueron analizados mediante una ADEVA y comparados mediante Tukey ($p < 0.05$) utilizando el programa estadístico Infostat versión 2011 (Di Rienzo, 2011).

Para determinar las características organolépticas (color, aroma, textura) de la leche, el análisis sensorial fue realizado por el método de calificación

con escalas no estructurales, utilizando una escala de 1 al 7 para describir la intensidad de los atributos, donde el juez debe expresar su apreciación sobre una línea comprendida entre ambos extremos, según sea la intensidad del atributo (Anzaldúa, 2005)., los resultados obtenidos se sometieron a la Prueba Kruskal Wallis descriptiva de características no estructurales y para determinar diferencias estadísticas entre medias, se aplicó la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Los resultados se representaron mediante gráficos en tela de araña.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se presenta la calidad fisicoquímica de la leche obtenida de la ganadería de doble propósito en la provincia Manabí.

A. Sólidos Totales:

Se encontraron diferencias estadísticas (Tabla I) ($P \leq 0,05$) en el porcentaje de sólidos totales, en la leche; los valores más altos se registraron en el sistema de ordeño mecánico con 12,74% y en el cantón Flavio Alfaro con 12,80% lo que provoca una diferencia en el momento de interactuar los factores; identificando que el mayor valor presente es el sistema de ordeño mecánico en el cantón El Carmen con 13,49%. Los porcentajes expresados indican que los factores en estudios se encuentran dentro de los parámetros indicados en la Norma NTE IINEN 014, ya que la leche cruda debe tener un mínimo de 11,2 % de sólidos, esto se debe a la manera como los bovinos son alimentados, tal como lo menciona Alviar (2002) que un aumento de sólidos, en la leche, es debido a la alimentación con forrajes de buena calidad, a la adición de sal mineral y balanceado antes del ordeño.

Calderón *et. al.*, (2006) recalca que en la actualidad se le da gran importancia al porcentaje de los sólidos totales, se determinó valores del 12,37% de sólidos totales en Brasil, pero inferiores a los reportados en Canadá y Nueva Zelanda del 12,97% y 13,95% debido a que estos países han direccionado la producción de leche a la obtención de mayores sólidos totales para rendimientos significativos en los procesos industriales.

B. Ceniza

La ceniza en la leche presentó diferencia estadística (tabla 1) en los sistemas de ordeño, mientras que en las localidades no se encontraron diferencias según al análisis de varianza y la prueba de tukey ($P \leq 0.05$). El sistema de ordeño mecánico en el cantón Pedernales y el Carmen con 0,71 % de ceniza, es el valor más alto, lo que provoca una diferencia en el momento de interactuar los factores. Los porcentajes expresados demuestran que la variable ceniza, se encuentran dentro de los parámetros establecidos según la Norma NTE INEN 014 puesto que la leche debe tener un mínimo de 0,65 % de ceniza, a excepción del cantón El Carmen en el ordeño manual que presentó un porcentaje bajo de lo estimado, la variable ceniza es altamente significativo en la leche cruda bovina, según Villegas y Freire (2011) indica que los tratamientos que están bajo de lo mínimo manifiesta se debe a una leche adulterada.

C. Grasa

La grasa varía en cada uno de los tratamientos en estudiados ($P \leq 0,05$), el sistema de ordeño mecánico con 3,97 % y en el cantón Flavio Alfaro con 4,03 % presentan los valores más altos (Tabla I). Los porcentajes se encuentran dentro de lo establecido según la Norma NTE INEN 012, dado que la leche debe tener como mínimo 3,0% de materia grasa, a excepción del ordeño mecánico en las localidades de Pedernales y El Carmen que obtuvieron valores de 2,67% y 2,71%, respectivamente. Esta variación puede ser observada entre vacas de la misma raza que reciben distinta alimentación. Calderón et. al. (2006) expresa que el factor que más interfiere en el porcentaje de grasa en la leche es la concentración de la fibra en la dieta o la relación forraje o concentrado. Así, cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la grasa en la leche debido a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen en función de la diferencia de dietas. Se evidencia, además, que existe una coherencia en lo afirmado por Cuchillo et al. (2010) donde afirma que el equipo de ordeño esta entre los factores que inciden en el contenido

TABLA I
PROMEDIOS DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA DE LA LECHE EN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO EN CUATRO CANTONES DE LA PROVINCIA DE MANABÍ

| FACTORES | ST (%) | CENIZA (%) | GRASA (%) | PROTEÍNA (%) | pH | ACIDEZ (%) | DENSIDAD (g/ml) | REDUCTASA (horas) | CALCIO (%) | FOSFORO (%) |
|----------------------------------|----------|------------|-----------|--------------|--------|------------|-----------------|-------------------|------------|-------------|
| FACTOR A: SIST. DE ORDEÑO | | | | | | | | | | |
| Manual | 12,30 b | 0,68 b | 3,13 b | 3,48 b | 6,62 b | 0,18 b | 1,03 a | 2 a | 0,60 b | 0,60 a |
| Mecánico | 12,74 a | 0,70 a | 3,97 a | 3,69 a | 6,66 a | 0,19 a | 1,04 a | 3 a | 0,73 a | 0,62 a |
| FACTOR B: LOCALIDADES | | | | | | | | | | |
| Pedernales | 12,15 c | 0,70 a | 3,11 c | 3,53 a | 6,61 b | 0,17 b | 1,03 ab | 3 a | 0,94 a | 0,72 a |
| El Carmen | 12,66 ab | 0,68 a | 3,57 b | 3,57 a | 6,61 b | 0,17 b | 1,03 ab | 3 a | 0,98 a | 0,71 a |
| Flavio Alfaro | 12,80 a | 0,68 a | 4,03 a | 3,65 a | 6,70 a | 0,19 a | 1,03 b | 3 a | 0,26 c | 0,45 c |
| Bolívar | 12,46 b | 0,69 a | 3,51 bc | 3,57 a | 6,66 a | 0,19 a | 1,06 a | 3 a | 0,47 b | 0,55 b |
| INTERACCION | | | | | | | | | | |
| T1= Ma*Ped | 11,62 e | 0,69 ab | 3,54 bc | 3,67 a | 6,55 b | 0,16 bc | 1,03 ab | 3 ab | 0,87 a | 0,71 a |
| T2= Ma*Car | 11,84 de | 0,64 b | 4,43 a | 3,68 a | 6,55 b | 0,15 c | 1,03 b | 2 c | 0,95 a | 0,71 a |
| T3= Ma*Fla | 13,12 ab | 0,68 ab | 4,10 ab | 3,76 a | 6,73 a | 0,19 a | 1,02 b | 2 bc | 0,26 c | 0,44 c |
| T4=Ma*Bol | 12,61 c | 0,69 ab | 3,81 abc | 3,66 a | 6,66 a | 0,19 a | 1,08 a | 2 c | 0,31 c | 0,53 bc |
| T5= Mc*Ped | 12,68 bc | 0,71 a | 2,67 d | 3,40 a | 6,67 a | 0,18 ab | 1,03 ab | 3 a | 1,01 a | 0,73 a |
| T6= Mc*Car | 13,49 a | 0,71 a | 2,71 d | 3,46 a | 6,66 a | 0,19 a | 1,03 ab | 3 a | 1,00 a | 0,72 a |
| T7= Mc*Fla | 12,47 c | 0,69 ab | 3,96 ab | 3,55 a | 6,66 a | 0,20 a | 1,03 b | 3 a | 0,26 c | 0,46 c |
| T8= Mc*Bo | 12,32 cd | 0,69 ab | 3,20 cd | 3,49 a | 6,66 a | 0,18 ab | 1,03 ab | 3 a | 0,64 b | 0,58 b |
| CV% | 1,89 | 3,75 | 10,23 | 5,07 | 0,62 | 5,74 | 2,28 | 9,62 | 16,29 | 9,06 |

Letras diferentes son significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$)

CV: Coeficiente de Variación

ST: Solidos Totales

de grasa existiendo una relación con el sistema de ordeño que se utiliza y el porcentaje de grasa en la leche.

D. Proteínas

Se encontraron diferencias significativas, en los porcentajes de proteína, en los sistemas de ordeño, el ordeño manual en el cantón Flavio Alfaro presentó el mayor valor con 3,76%, valor que se encuentra dentro del rango (min 2,9%) establecido por la NTE INEN 016. (Schettino *et al.*, 2001). Indica que cuando hay un mejor nivel nutricional se puede aumentar la producción de ácidos grasos volátiles, así como una mayor disponibilidad de aminoácidos; además se hace suponer que el aumento en los valores de proteína corresponde con el aumento de proteínas séricas, consecuencia de un alto conteo somático que genera enzimas proteolíticas que provocan una disminución en el porcentaje de caseína (Harmon 1994, Philpot 2001)

E. pH y acidez

Se observaron diferencias significativas en los dos factores de estudio (sistema de ordeño y localización) el mayor valor registró el ordeño manual en el cantón Flavio Alfaro con 6,73%, valor que se encuentra dentro del rango (6,2 min) establecido por la NTE INEN 012. De la misma manera la diferencia se presenta en la acidez, el mayor valor se presentó el sistema de ordeño mecánico en el Cantón Favio Alfaro con 0,20% cuyo valor no se encuentra dentro del rango (min 0,13 y máx. 0,17%) establecido por NTE INEN 013. Esto puede deberse al tipo de ordeño, inadecuado almacenamiento y uso de materiales no apropiados, coincidiendo con lo que expresa Marrero (2015). A su vez, el ordeño manual en los cantones El Carmen y Pedernales, presentaron valores dentro de lo estimado.

F. Densidad

La densidad presentó fluctuaciones en las localidades estudiadas, el mayor valor presentó el sistema de ordeño manual en el Cantón Bolívar con 1,08%. Valores que no se encuentran dentro del rango (min 1,029 y máx. 1,033) establecidos por la NTE INEN 011, esto se debe a la falta de proteína y energía según (Bonilla, S. 2008).

G. Reductasa

En el análisis de reductasa, el mayor valor se presentó en el sistema de ordeño manual en el Cantón Pedernales con 3h. Valor que se encuentra dentro del rango (min 3h) establecido NTE INEN 18 considerándola como una leche de categoría B (Regular).

H. Calcio y Fósforo (%)

Se encontraron diferencias estadísticas para los dos factores en estudio (sistema de ordeño, localidades) el mayor valor de calcio presentó el sistema de ordeño mecánico en el cantón Pedernales con 1,01 %. Los promedios registrados en la variable calcio demuestran que no se encuentran dentro de lo estimado según (Olguín y Rodríguez, 2004) puesto que la concentración de calcio en leche cruda debe ser inferior al 1%. Se observó que no se encontraron diferencias significativas, mientras que en el factor localidades, se encontraron diferencias estadísticas, el mayor valor se presentó es el sistema de ordeño mecánico en el Cantón Pedernales con 0,73 %. Los promedios registrados en la variable fósforo demuestran que se encuentran dentro de lo estimado según (Olguín y Rodríguez, 2004) dado que la concentración de calcio en leche cruda debe ser inferior al 1%.

I. Análisis sensorial



Fig. 1: Perfil sensorial de la leche cruda en dos sistemas de ordeños en cuatro Cantones de la Provincia de Manabí

Los promedios registrados (figura1) en el análisis sensorial para el aroma a lácteo/pasto y color blanco amarillento, no presentaron diferencias en ninguno de los factores estudiados. Mientras que la textura (líquida) presentó diferencia estadística en los sistemas de ordeño manual y mecánico con valores de 2,60 y 3.62 respectivamente, mientras que en el factor localidades no se presentó diferencias significativas.

Según la prueba de Kruskal Wallis se observa que existieron diferencias altamente significativas para la variable T. Líquida/ T. ligeramente viscosa, entre los sistemas de ordeño y lugares de procedencia.

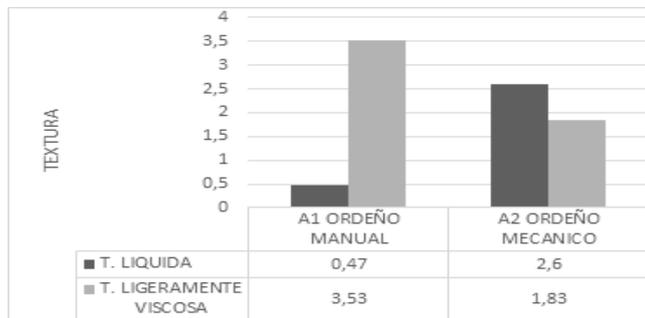


Fig. 2. Promedios registrados en el análisis de la percepción sensorial, en base a la escala valorada de 1-7, donde 1 es nada y 7 extremadamente, de la textura líquida/ligeramente viscosa, de la leche en bovinos de doble propósito en cuatro cantones de la Provincia de Manabí.

Los valores registrados expresan que la textura líquida se presenta tanto para el ordeño manual con un promedio de 0,47% como en el ordeño mecánico con 2,6 %. Los valores registrados expresan que la textura ligeramente viscosa se presenta en el ordeño manual con un promedio de 3,53% y en el ordeño mecánico con 1,86 %. Esto se puede deber principalmente al contenido de materia grasa presente en la leche (García, S. R, 2003).

J. Conteo de Células Somáticas (CCS)

En el análisis de CCS (Tabla II), según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$), los mejores tratamientos fueron el 2 y 6 con un conteo celular de 94.671,05 y 91.664,98 respectivamente. Por el contrario, el tratamiento con el recuento somático más alto fue el 5.

TABLA II.
PROMEDIO DEL CCS EN LOS TRATAMIENTOS

| Tratamientos | CCS |
|--------------|--------------------------|
| T1= Ma*Ped | 243.483,05 ^{ab} |
| T2= Ma*Car | 94.671,05 ^b |
| T3= Ma*Fla | 295.697,70 ^{ab} |
| T4=Ma*Bol | 297.596,41 ^{ab} |
| T5= Mc*Ped | 311.334,72 ^{ab} |
| T6= Mc*Car | 91.664,98 ^b |
| T7= Mc*Fla | 272.364,43 ^{ab} |
| T8= Mc*Bo | 209.998,64 ^{ab} |

CCS: Conteo de células somáticas. Valores con letras iguales no son estadísticamente significativos Tukey ($P \leq 0,05$)

Según Kleinschroth et al (1991), un conteo celular menor a 125000, clasifica el estado sanitario de la ubre en muy buena, mientras que un conteo de 125000 a 250000, la clasifica en buena, y un conteo celular de 250000-350000 categoriza al estado sanitario de la ubre dentro de satisfactorio, en este punto se pueden presentar algunas enfermedades y comienza a aumentar el porcentaje de pérdida de 4.

Bonilla (2008) señala que el CCS es un buen predictor de la mastitis subclínica y un buen indicador de la calidad de la leche, ya que un elevado conteo en leche cruda asocia a alteraciones en la calidad de las proteínas, cambios en la composición de los ácidos grasos, lactosa, incremento en la actividad enzimática y elevación del pH. Según lo expuesto, los hatos muestreados en los 4 cantones están libres de mastitis, y determina la calidad higiénica sanitaria de la ubre de muy bueno a satisfactorio.

K. Ácidos grasos de cadena corta

La prueba de Tukey ($P \leq 0,05$) mostró diferencias significativas entre los efectos de los tratamientos analizados en la interacción de localidades y sistemas de ordeño para los ácidos grasos de cadena corta: ac. Butírico (C4:0), ac. Caproico (C6:0) y ac. Caprílico (C8:0), (Tabla III).

| Tratamientos | C _{4:0} | C _{6:0} | C _{8:0} |
|--------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| T1= Ma*Ped | 1.36 ^c | 1.71 ^b | 1.43 ^c |
| T2= Ma*Car | 1.38 ^c | 1.74 ^b | 1.44 ^c |
| T3= Ma*Fla | 1.36 ^{bc} | 1.74 ^b | 1.42 ^c |
| T4=Ma*Bol | 1.34 ^{bc} | 1.64 ^b | 1.43 ^c |
| T5= Mc*Ped | 1.19 ^{ab} | 1.41 ^a | 1.18 ^a |
| T6= Mc*Car | 1.11 ^a | 1.34 ^a | 1.25 ^b |
| T7= Mc*Fla | 1.1 ^a | 1.44 ^a | 1.23 ^{ab} |
| T8= Mc*Bo | 1.16 ^a | 1.43 ^a | 1.24 ^{ab} |

Valores con letras iguales no son estadísticamente significativos Tukey ($P \leq 0,05$)

Las muestras de leche analizadas en el caso de C4:0 mostraron que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Alais, C y Godina, A. (1985) reportan que el ácido butírico está presente en la leche en una concentración de 1.4% valor que se asemeja mucho al obtenido en el tratamiento 2; sin embargo difiere con lo publicado por Castro-Hernández et. al

(2014) En un estudio efectuado en vacas Holstein de pastoreo en México indica que los promedios obtenidos fueron de 3,10 a 3,25 según el nivel de concentrado aplicado en cada tratamiento.

En el caso del C6:0 en el análisis efectuado en la interacción de los sistemas de ordeño con las localidades, se registró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 1, 2, 3, 4 con los tratamientos 5, 6, 7 y 8, siendo los primeros los mejores tratamientos, estos valores son los que más se asemejan a lo establecido por Valenzuela et al. (2002) en el que le asignan un valor de 2,5% de este AG en leche bovina.

En el C8:0 los 4 primeros tratamientos que corresponden al ordeño manual x localidades no mostraron diferencias significativas a diferencia del resto de tratamientos. El mayor contenido de ac. Caprílico se registró en el tratamiento 2 con 1,44%, mientras que el valor más bajo lo tuvo el tratamiento 5 con 1.18%. Sin embargo, todos los tratamientos se encuentran dentro de lo reportado por Valenzuela et al. (2004) que establece que el ácido caprílico en la leche de vaca se encuentra en un rango de 1 a 1.5

La diferencia existente en la cantidad AG según el sistema de ordeño (manual o mecánico) se puede deber a la acción enzimática conocida como lipólisis. (Byland et al., 2003) Hay dos tipos de lipólisis: lipólisis espontánea (características intrínsecas del individuo) y lipólisis inducida, esta última se produce cuando hay deterioro de la membrana del glóbulo graso, el principal factor para que esto ocurra es la instalación de la máquina de ordeño, pues entradas de aire al colocar o retirar las pezoneras, bombes inadecuados, o presencia de piezas defectuosas en la máquina contribuye a la lipólisis. Puede ser esta una de las causas a la disminución de este AG en la leche obtenida a través del ordeño mecánico.

L. Ácidos grasos de cadena media

Con relación a los AG de cadena media: capríco (C10:0), láurico (C12:0), mirístico (C14:0) y palmítico (C16:0), en el análisis efectuado en la interacción de sus factores sistemas de ordeños y localidades el cromatograma reveló los siguientes resultados (Tabla IV).

TABLA IV
PROMEDIO DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA
EN LOS TRATAMIENTOS

| Tratamientos | C _{10:0} | C _{12:0} | C _{14:0} | C _{16:0} |
|--------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| T1= Ma*Ped | 2.92 ^a | 3.70 ^a | 11.31 ^{ab} | 26.34 ^b |
| T2= Ma*Car | 3.31 ^a | 3.72 ^a | 11.99 ^b | 26.35 ^b |
| T3= Ma*Fla | 3.23 ^a | 3.65 ^a | 11.27 ^{ab} | 26.07 ^b |
| T4=Ma*Bo | 3.18 ^a | 3.70 ^a | 10.90 ^a | 26.28 ^b |
| T5= Mc*Ped | 3.29 ^a | 4.31 ^b | 14.55 ^c | 0 ^a |
| T6= Mc*Car | 3.31 ^a | 4.44 ^c | 14.18 ^c | 0 ^a |
| T7= Mc*Fla | 3.33 ^a | 4.34 ^{bc} | 14.32 ^c | 0 ^a |
| T8= Mc*Bo | 3.31 ^a | 4.36 ^{bc} | 14.05 ^c | 0 ^a |

Valores con letras iguales no son estadísticamente significativos Tukey (P≤ 0.05)

2En el C_{10:0} los promedios registrados en los tratamientos de la interacción de los factores no mostraron diferencias significativas estadísticas entre sus tratamientos. Todos estos valores se encuentran muy por encima de los reportados por Pinto et al. (2002) en una investigación realizada midiendo el efecto estacional en la composición de ácidos grasos en leche de bovinos, dicho estudio arroja valores de 1.90 y 2.42 para el ácido capríco.

En cambio, en el C_{12:0} sí existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 1-4 y 5-8, siendo los primeros cuatro tratamientos los que más se asemejan a lo publicado por Valenzuela et al. (2002), que establece un valor de 3% para este AG. La leche obtenida por ordeño mecánico está muy por encima de lo que este autor indica. Sin embargo, en una investigación sobre la composición de AG desarrollada en México (Flores et al., 1998), los valores de ácido láurico se asemejan mucho a los obtenidos en el presente estudio en los dos sistemas de ordeño.

En el caso del C_{14:0}, se observó que existieron diferencias estadísticas significativas entre los 4 primeros tratamientos; es decir, en la combinación de ordeño manual por las 4 localidades. El valor más alto de AG estuvo presente en el tratamiento 5. Sin embargo, el contenido del AG mirístico encontrado en las leches de localidades muestreadas a través del ordeño manual es similar al informado por Flores et al. en su estudio realizado en México, pero muy diferente a los resultados de Pinto et al (2002), para este AG, ya que en su estudio los promedios obtenidos fluctúan entre 9,98 y 10,40.

La leche que fue obtenida por ordeño manual en los 4 cantones: El Carmen, Flavio Alfaro, Pedernales y Calceta fue la única con presencia del ácido palmítico.

Esto se puede deber, a que la leche obtenida manualmente, limita la degradación de la materia grasa por lipasa por la acción de dos elementos: la membrana del glóbulo de la materia grasa que aísla y protege a los triglicéridos y las uniones que adhieren las enzimas a las caseínas en la fase acuosa e impiden el contacto con la fase grasa de la leche. (Taverna *et al.*, 2015)

El movimiento de la leche dentro de una máquina de ordeñar es complejo, puesto que dos fluidos (el aire y la leche) circulan a la vez en el interior de una tubería. Cuando el glóbulo de grasa se encuentra sumergido en la leche, el mismo se encuentra sujeto a fuerzas simétricas. Pero, cuando el mismo se encuentra dentro de la interface aire-leche, estas fuerzas se transforman en asimétricas y provocan la deformación con riesgo importante de ruptura de la membrana. Este mecanismo representa, probablemente, la principal causa de la lipólisis inducida por el material de ordeño. (Taverna *et al.*, 2015)

M. Ácidos grasos de cadena larga

Los AG de cadena larga como el esteárico ($C_{18:0}$), oleico ($C_{18:1}$) y a-o-g linolénico ($C_{18:3}$) se caracterizan porque se originan casi en su totalidad a partir de la dieta del animal, los resultados obtenidos en las leches muestreadas se reflejan en la Tabla V.

TABLA V.
PROMEDIO DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA LARGA
EN LOS TRATAMIENTOS

| Tratamientos | $C_{18:0}$ | $C_{18:1}$ | $C_{18:3}$ |
|--------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| T1= Ma*Ped | 8.36 ^{abc} | 17.03 ^c | 0.56 ^b |
| T2= Ma*Car | 8.27 ^{ab} | 17.42 ^c | 0.59 ^b |
| T3= Ma*Fla | 8.19 ^{ab} | 16 ^b | 0.57 ^b |
| T4=Ma*Bol | 8.29 ^{ab} | 16.31 ^b | 0.60 ^b |
| T5= Mc*Ped | 8.35 ^{ab} | 0 ^a | 0 ^a |
| T6= Mc*Car | 8.44 ^{bc} | 0 ^a | 0 ^a |
| T7= Mc*Fla | 8.58 ^{bc} | 0 ^a | 0 ^a |
| T8= Mc*Bo | 8.43 ^{bc} | 0 ^a | 0 ^a |

Valores con letras iguales no son estadísticamente significativos

Tukey ($P \leq 0.05$)

En la interacción sistemas de ordeño-localidades para el ácido esteárico se registró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos 3 y 6, sin embargo, todos los tratamientos tanto del ordeño manual y mecánico se encuentran dentro del rango de valores indicados por Flores *et al.* (1998) en su investigación acerca de la composición de AG en leche bovina en México.

Todos los AG de cadena larga como el ácido esteárico se originan en su totalidad a partir de la dieta, por lo tanto, el aumento en la proporción de estos ácidos grasos se debe al consumo de pastos, cuyo principal ácido graso es el linolénico, se traduce en un incremento significativo de éste en la leche, y de todos sus derivados como el ácido esteárico

En el ácido oleico el tratamiento que más se asemeja a lo establecido por Valenzuela *et al.* (2002) es el 3 ya que dicho autor establece que el porcentaje de este AG para la leche bovina es de 15.2%.

La ausencia del ácido oleico en la leche obtenida por medio del ordeño mecánico se puede deber al mal manejo realizado en este tipo de ordeño, pues como se describió anteriormente este es una de las causas principales para el deterioro de los ácidos grasos. Byland *et al.* (2003), menciona que la variación de los ácidos grasos afecta la dureza de la grasa, así, la leche con un alto contenido de ácido oleico que tiene un bajo punto de fusión dará lugar a una mantequilla más blanda.

El ácido a-o-g linolénico pertenece al grupo de los ácidos polinsaturados, este ácido omega 3, es considerado un ácido esencial ya que no puede ser sintetizado en el organismo. Este tipo de ácidos son muy superiores en la leche humana, sin embargo, se encuentran presentes también en la leche de vaca (Flores *et al.*, 1998).

La ausencia de este AG en la leche obtenida por ordeño mecánico se debe a las mismas razones ya explicadas en apartados anteriores para el caso del ácido caprónico, ácido palmítico y ácido oleico.

IV. CONCLUSIONES

El sistema de ordeño es un factor que influye, de

cierta manera, en las características físico-químicas de la leche; tomando en cuenta que al aplicar un ordeño manual el contenido proteico, pH y reductasa con valores promedios de 3.76%, 6.73 y 3 horas respectivamente son adecuados y difieren a los registrados en el sistema mecánico. En cambio, la composición de sólidos totales (12.74%) es mejor en el ordeño mecánico y las localidades o lugares de procedencia influyen, como factor de calidad, en el contenido de materia grasa en la leche, destacando al cantón Flavio Alfaro por su promedio más alto (4.03%).

Para la valoración organoléptica los sistemas de ordeños, independientemente de los cantones, influyen en la textura (T. Líquida/ T. ligeramente viscosa), denotando un aumento de su viscosidad en el ordeño mecánico.

El contenido de ácidos grasos de la leche se ve notablemente afectado según el tipo de ordeño aplicado, sobre todo si se trata del ordeño mecánico, pues un manejo deficiente de este contribuye a la lipólisis, donde la membrana del glóbulo de grasa es afectada por los diferentes cambios físicos y factores mecánicos.

La calidad higiénico sanitaria de la leche, producida en los cantones representativos de la Provincia de Manabí, se encuentran dentro de la clasificación de buena a satisfactorio por el resultado reductasa y CCS con valores promedios 3 horas y 227101 CCS respectivamente.

V. REFERENCIAS.

Anzaldúa, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia; p. 13-117.

Alviar J., (2002), Manual agropecuario, técnicas orgánicas de la granja integral autosuficiente. In. Bogotá: Limerim; p. 769.

Alais, C., y Godina, A. L. (1985). Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. Reverte; p. 31-403.

Badui, D. y Cejudo Gómez (2006). Química de los alimentos. Pearson educación; p. 716.

Bonilla Sessler, D. P. (2008). Caracterización de la composición e higiene de leche acopiada en una planta pasteurizadora (Doctoral dissertation); p. 2-63.

Byland, G., López Gómez, y Madrid Vicente, A. (2003). Manual de industrias lácteas. Mundi-Prensa/Tetra Pak. P. 13-73

Calderón, A., García, F., y Martínez, G. (2006). Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Revista MVZ Córdoba, 11(1); p. 725-737.

Calvinho, L. F., y Tirante, L. (2005). Prevalencia de microorganismos patógenos de mastitis bovina y evolución del estado de salud de la glándula mamaria en Argentina en los últimos 25 años. FAVE Sección Ciencias Veterinarias, 4(1/2); p. 29-40.

Castro-Hernández, H., González-Martínez, F. F., Domínguez-Vara, I. A., Pinos-Rodríguez, J. M., Morales-Almaráz, E., y Vieyra-Alberto, R. (2014). Efecto del nivel de concentrado sobre el perfil de ácidos grasos de la leche de vacas Holstein en pastoreo. Agrociencia, 48(8); p. 765-775.

Cuchillo, Z., Dauqui, V., y Campos, R. (2010). Factores que inciden en el recuento de células somáticas y la calidad de la leche. Ed. UNAL Sede Palmira. Colombia. 54p.

Di Rienzo, J. A. 11 de diciembre de 2011. InfoStat versión 2011. Obtenido de Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba: <http://www.infostat.com.ar>

Flores, N. A. P., González, G. D., Tolentino, R. G., Carrillo, G. U., Flores, M. G. P., López, M. M. G. y Covarrubias, M. E. P. (1998). Composición en ácidos grasos de la grasa de leches pasteurizadas mexicanas. Vet. Méx, 29(4); p. 329.

García, S. R. (2003). Células somáticas una advertencia sin darnos cuenta. Holstein de México, 34(8); p. 27-28.

Gaviria, B. C. (2007). Calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda. Buenas prácticas de producción primaria de leche. Colombia: Fondo Editorial Biogénesis.

Harmon RJ. (1994). Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. J Dairy Sci 77; p. 2103-2112.

Kleinschroth, E., Rabold, K. y Deneke, J. (1991) La Mastitis: Diagnóstico, prevención y tratamiento. Edimed; 78p.

Marrero Delange D. (2006) Obtención y determinación de ácidos grasos de muy elevada masa molecular. Revista CENIC. Ciencias Químicas, 37(1); p. 23-33

- Martínez, L. R., Tepal, C. J., Hernández, A. L., Escobar, R. M., Amaro, G. R., y Blanco, O. M. (2011). Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. SAGARPA, Cuajimalpa, DF; p. 7-52
- Torres Yenny (2016). Aplicación de modelos de innovación abierta en el sistema de doble propósito de Manabí (ECUADOR). UCO; p. 1-182.
- INEN, N. T. E. (2012). 9: 2012. Leches fermentadas: Requisitos, Segunda revisión, Quito.
- Olguín, L., y Rodríguez, H. M. (2004). Métodos en Biotecnología; cromatografía de gases. Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pinto M., Rubilar A., Carrasco E. (2002). Efecto estacional y del área geográfica en la composición de ácidos grasos en la leche de bovinos. *Agro sur*, vol.30, no.2, p.75-90.
- Philpot, W. N., y Pankey, J. W. (1975). Hygiene in the prevention of udder infections II. Evaluation of oil-based teat dips. *Journal of dairy science*, 58(2), p. 205-208.
- Philpot WN. (2001). Importancia de la cuenta de células somáticas y los factores que la afectan. Memorias del III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche, León, México, p. 14-26
- Schettino, B., Pérez, J., Gutiérrez, R., Vega y León, S., Faure, R., y Escobar, A. (2011). Análisis de la robustez en la determinación de ácidos grasos por cromatografía gaseosa en leche de cabra. *Revista de Salud Animal*, 33(2), p. 83-89.
- Taverna M., Páez R., Chávez M., Gaggiotti M., La lipólisis en la leche: causas, formas de prevención e incidencia sobre la calidad de los productos lácteos. APROCAL. Fecha de consulta: 12 de agosto del 2015. Disponible en: http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/la_lipolisis.htm.pdf
- Torres, V. S., Ávila, T. S., Gutiérrez, C. A. J., Sánchez, G. J. I., y Canizal, J. J. E. (2001). Prevalencia de mastitis y glándulas improproductivas en hatos pequeños pertenecientes a la cuenca lechera de Xochimilco, México DF (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
- Valenzuela, A., Sanhueza, J., y Nieto, S. (2002). El uso de lípidos estructurados en la nutrición: una tecnología que abre nuevas perspectivas en el desarrollo de productos innovadores. *Revista chilena de nutrición*, 29(2), 106-115.
- Verdú, J. M. (2004). Libro blanco de los Omega-3: los ácidos grasos poliinsaturados Omega-3 y monoinsaturados tipo oleico y su papel en la salud. Ed. Médica Panamericana; p. 149.
- Vera Saltos, J. E. (2005). Identificación y evaluación de los factores que influyen en la calidad de leche de las Fincas proveedoras de la fábrica de Quesos la Holandesa (Bachelor's thesis, SANGOLQUÍ/ESPE-IASA I/2005).
- Weber, M., Bissot, T., Servet, E., Sergheraert, R., Biourge, V., & German, A. J. (2007). A High-Protein, High-Fiber Diet Designed for Weight Loss Improves Satiety in Dogs. *Journal of veterinary internal medicine*, 21(6), 1203-1208.
- Villegas Z. y Freire J. (2011). Evaluación de la Calidad Físico Química y Microbiológica de la Leche cruda que se expende en el Cantón Bolívar Provincia del Carchi (Bachelor's thesis).